

Vorgehensmodell zur Data-Warehouse-Entwicklung am Beispiel eines Allfinanzkonzerns nach einer Fusion

Clemens Herrmann, Josef Rupprecht, Dr. Eitel von Maur

Universität St. Gallen

Institut für Wirtschaftsinformatik

Müller-Friedberg-Str. 8

CH-9000 St. Gallen

Tel.: +41-(0)71-224-3612

vorname.nachname@unisg.ch

Zusammenfassung

In diesem Artikel wird das Vorgehen zur Entwicklung eines konzernweiten Data-Warehouse-Systems anhand eines bereits erfolgreich abgeschlossenen Projekts aus der Praxis aufgezeigt. Ergebnis der Untersuchung ist ein Rahmenkonzept mit bis auf die Aktivitätenebene verfeinerten Phasen. Es werden detaillierte Beschreibungen der durchgeführten Schritte geliefert, die zum Aufbau der gesamten Data-Warehouse-Architektur notwendig sind.

1. Einleitung und Zielsetzung

Das Kompetenzzentrum Data Warehousing 2 (CC DW2) am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen forscht in enger Zusammenarbeit mit acht internationalen, im Finanzdienstleistungsbereich tätigen Partnerunternehmen nach konzeptionell methodischen Lösungsalternativen im anwendungsorientierten Bereich des Data Warehousing. Ein Forschungsschwerpunkt dabei ist die Entwicklung eines vollständigen, konsistenten Vorgehensmodells für den Aufbau von Data-Warehouse-Systemen. Unter einem Data Warehouse (DWH) wird die „integrative und persistente Schicht zwischen den analytischen Informationssystemen und den [...] heterogenen Quelldaten der vorwiegend operativen Informationssysteme“ [[MaR01], S. 131] verstanden. Als analytische Informationssysteme werden Management Support Systems, Executive Information Systems, Entscheidungsunterstützungssysteme usw. bezeichnet. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde das Vorgehen zum Aufbau eines konzernweiten Data Warehouse nach der Fusion mehrerer Unternehmen zu einem Allfinanzkonzern untersucht. Im Folgenden soll das Vorgehen dieses erfolgreich abgeschlossenen Projekts aus der Praxis dargestellt werden.

2. Vorgehensmodelle im Data Warehousing

Im Bereich des Data Warehousing existieren spezielle Anforderungen an Vorgehensmodelle, die einerseits aus der stärkeren Datenorientierung im Vergleich zu her-

kömmlichen Softwaresystemen andererseits aus der mehrere Verantwortungsbereiche übergreifenden Querschnittsfunktionalität des Data Warehouse [vgl. [Sim98], S. 6] resultieren. Daher sind Vorgehensmodelle aus dem Software Engineering [z. B. [Bre98]] um zusätzliche Aktivitäten zu ergänzen. Data-Warehouse-Vorgehensmodelle beinhalten Aspekte aus dem Bereich der Datenbankentwicklung [z. B. [Vos94], S. 48ff., [HeS00], S. 171ff.] und des Projektmanagements. Data-Warehouse-Entwicklungsprojekte besitzen die folgenden kritischen Erfolgsfaktoren [vgl. [PKB97], S. 74-81, [JuW00], S. 18]:

- Die mit dem Aufbau des Data Warehouse angestrebten Ziele sind exakt zu definieren. Hierzu kann eine Darstellung der Nutzenpotenziale herangezogen werden, die auch im Rahmen des Projektmarketings angewendet werden kann.
- Data-Warehouse-Entwicklungsprojekte sollten nach angemessener Zeit nutzbare Resultate, gemäss des „think big, start small“ Ansatzes liefern, da bei einer zu langen Projektdauer die Akzeptanz und der Nutzen bspw. aus Time-to-Market-Gründen für die Fachabteilung verloren gehen kann. Iterative Vorgehensweisen sind zu präferieren, da zum Projektbeginn i. d. R. eine vollständige Spezifikation der Anforderungen kaum möglich ist und kein oder nur wenig Erfahrungswissen bzgl. der Data-Warehouse-Entwicklung existiert.
- Als weiterer relevanter Erfolgsfaktor für die Akzeptanz von Data-Warehouse-Systemen wird die Zusammenarbeit und Einbindung der Endbenutzer beim Entwicklungsprozess angesehen, so dass Lösungen in enger fachlicher Abstimmung benutzergerecht und zielgerichtet erarbeitet werden können.

Es existieren bereits einige theoretische Vorschläge für Vorgehensmodelle auf unterschiedlichsten Abstraktionsniveaus für den Aufbau von Data-Warehouse-Systemen, welche die oben beschriebenen Eigenheiten teilweise berücksichtigen [z. B. [Hol99], S. 220-233, [MeS00], S. 97ff., [Han97], [Kac00]].

3. Ausgangslage

Durch die Fusion dreier Unternehmen aus dem Versicherungs- und Bankenbereich zur Bildung eines Komplettanbieters im Finanzdienstleistungssektor ergeben sich neue Anforderungen, insbesondere an die Bereiche Vertrieb und Marketing. Es soll eine konzernweite Lösung geschaffen werden zur Unterstützung folgender Domänen:

- Database Marketing,
- Vertriebssteuerung,
- Customer Relationship Management,
- Kundenservice-Center-Anbindung und
- Datenbereitstellung für das Internet.

Die Lösung sieht die Schaffung einer konzernweiten, integrierten Datenbasis zur Unterstützung des Marketings und Vertriebs vor, indem Kunden- und Produktdaten zusammengeführt und ausgewertet werden sollen. Hierdurch soll es möglich werden,

Cross-Selling-Potenziale zu erschließen und somit die mit der Fusion u. a. angestrebten Synergieeffekte zu erzielen. Des Weiteren soll eine individuelle Kundenansprache, eine höhere Kundenbindung und eine alle Finanzdienstleistungen umfassende Kundenbetreuung erreicht werden. Die konzernweite Data-Warehouse-Architektur für die erste Ausbaustufe kann in die Unternehmens- und die Konzernebene untergliedert werden. Die Applikationen innerhalb der Ebenen werden in analytische Informationssysteme, Data Marts, Kern-Data-Warehouse und operative Informationssysteme kategorisiert. Data Marts repräsentieren hierbei abteilungs-, themen- oder werkzeugspezifische materialisierte Sichten auf das Kern-Data-Warehouse.

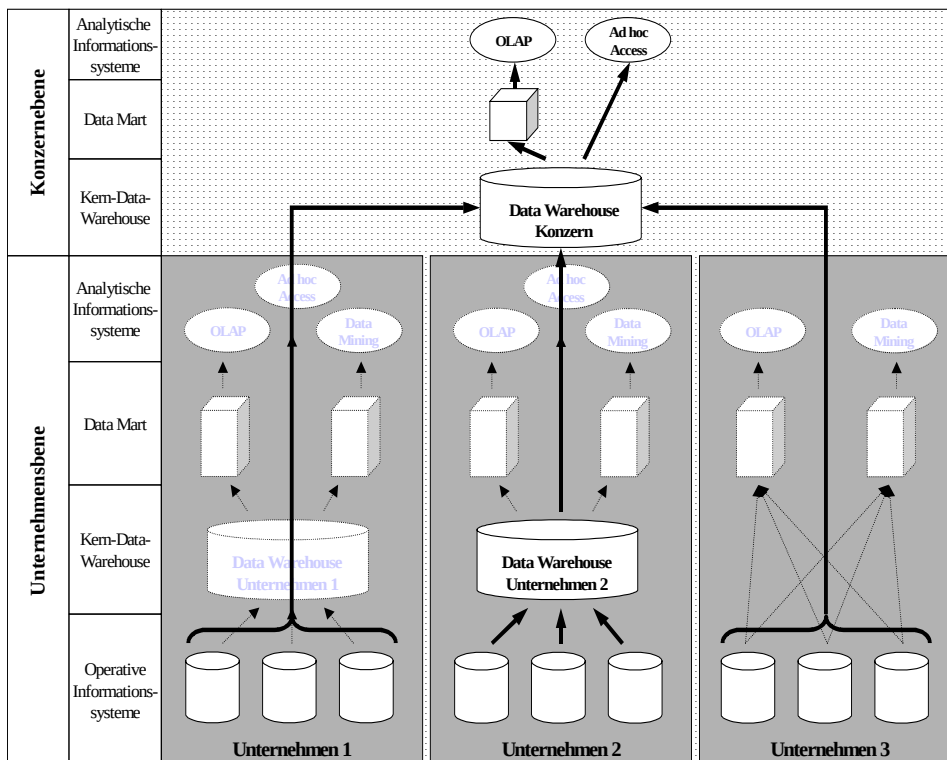


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Soll-Situation der Data-Warehouse-Systemlandschaft für die erste Ausbaustufe

Das Vorgehen zur Erstellung dieses konzernweiten Data Warehouse soll nachfolgend anhand der durchlaufenen Phasen ausführlich erläutert werden.

4. Phasenmodell

Die Schritte zur Etablierung des konzernweiten Data-Warehouse-Systems sind in Abbildung 2 dargestellt. Für jede weitere Ausbaustufe des Projekts werden erneut alle Phasen durchlaufen. Innerhalb einer Ausbaustufe sind die Phasen partiell iterativ. Mögliche bzw. sinnvolle Rückschritte in vorangegangene Phasen sind eingezeichnet. Die „Studie“ stellt eine optionale Phase dar, die durchgeführt wird, um Projektrisiken detaillierter zu evaluieren bzw. unklare Sachverhalte genauer zu untersuchen. Grundsätzlich wird nach jeder Phase entschieden, ob das Projekt fortgesetzt oder gestoppt

werden soll. Das Phasenmodell orientiert sich am generischen Konzernvorgehensmodell für die Anwendungsentwicklung.

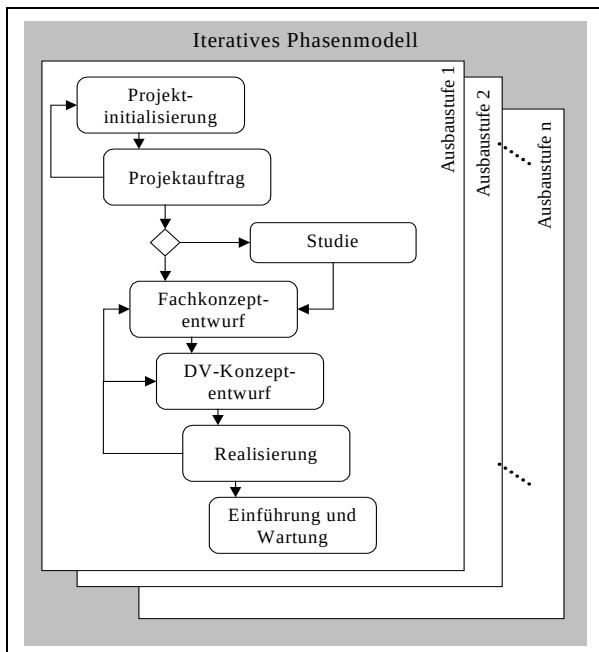


Abbildung 2: Phasenmodell zur Entwicklung des konzernweiten Data Warehouse

Im Folgenden werden die Aktivitäten innerhalb der einzelnen Phasen eingehend erläutert.

4.1. Projektinitialisierung

Die ersten Überlegungen zu dem vorgestellten Projekt wurden in der Projektinitialisierung angestrengt, allerdings hatte noch keine Entscheidung über die tatsächliche Durchführung stattgefunden. Mit Projektanfrage wird ein initiales Gesuch der Fachabteilung an die IT-Abteilung bzgl. eines neuen Projekts bezeichnet, das grob eine erste fachliche Problemstellung skizziert, die es zu lösen gilt. Diese Anfrage wird von der IT-Abteilung in Form eines Projektangebots beantwortet, welches einen ersten abstrakten Entwurf eines Lösungsvorschlags enthält. Aufgrund dieser beiden Dokumente wird dann das weitere Vorgehen bestimmt.

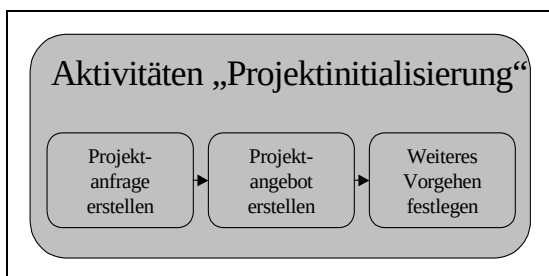


Abbildung 3: Aktivitäten in der Phase „Projektinitialisierung“

Ein Schwerpunkt dieser Phase lag in der Entwicklung und Diskussion der konzernweiten DWH-Strategie. Die Existenz und Einbettung einer solchen Strategie in die langfristigen Konzernziele war von entscheidender Bedeutung für Erfolg des

Vorhabens. Die Projektinitialisierung wurde durch einen Vertreter der obersten Managementebene unterstützt, so dass bereits zu Beginn eine hohe Priorität innerhalb des gesamten Projektportfolios sichergestellt wurde. Wie die Erfahrung gezeigt hat, ist ein derartiges Sponsoring für DWH-Projekte, insbesondere bei konzernübergreifenden Vorhaben, unerlässlich. Andernfalls stellt sich schon in dieser Phase die Problematik der späteren Durchsetzbarkeit und Zielerreichung.

4.2. Projektauftrag

Ziel des Projektauftrags ist es, die Projektausgestaltung genauer zu spezifizieren und Kriterien bzw. Rahmenbedingungen zu ermitteln. Verantwortlich hierfür sind sowohl der fachliche als auch der technische Projektleiter.

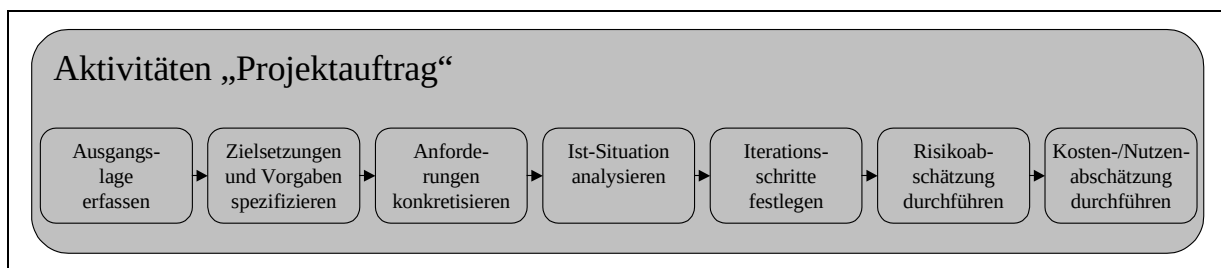


Abbildung 4: Aktivitäten in der Phase „Projektauftrag“

Im betrachteten Fall werden durch das Data Warehouse die Marktbearbeitungsprozesse des Konzerns und der Konzernunternehmen unterstützt und optimiert. Als kurzfristige Zielsetzung wurde zunächst die Abbildung einer ganzheitlichen, konsolidierten Kundensicht angestrebt. Mittelfristig soll diese in mehreren Ausbaustufen zu einem konzernweiten Vertriebs- und Marketingunterstützungssystem erweitert werden.

Die Anforderungen an das konzernweite Data-Warehouse-System werden sowohl nach fachlicher, funktionaler, technischer und datenorientierter Sicht unterschieden als auch für die jeweils gültige Ausbaustufe spezifiziert. Aus fachlichen Gesichtspunkten bestand die Anforderung, das konzernweite Bestandsmarketing zu ermöglichen, Cross-Selling-Potenziale erkennbar und nutzbar zu machen und somit die gesamte Vertriebssteuerung zu optimieren. Unter funktionalen Aspekten werden die von den analytischen Informationssystemen bereitgestellten Dienste bzw. Auswertungsmöglichkeiten verstanden. Hierbei wurden sowohl Standardabfragen und Selektionen als auch Data-Mining-Analysen und periodische Berichte auf Basis des Data Warehouse gefordert. Die technischen Anforderungen beziehen sich weitestgehend auf die Extraktion und Transformation der operativen Daten sowie die Bestückung des Data Warehouse. Die Anzahl der Schnittstellen, der Transformationszeitpunkt zur Harmonisierung und Konsolidierung der operativen Daten sowie die Art der Bestückung (Delta-Load) wurden festgelegt. Für die Daten bestanden Anforderungen bzgl. Datenhaltung, Begriffsdefinition, Domäne, Aktualität, Qualität und Historienführung.

Von den speziellen Rahmenbedingungen wurde insbesondere die Aktivität „Ausgangslage erfassen“ tangiert. Zur konzernweiten Eruierung der Rahmenbe-

dingungen und Erfassung aller unternehmensinterner Gegebenheiten und Unterschiede wurden Vertreter aller betroffenen Teilunternehmen eingebunden. Gleiches gilt auch für die Aktivität „Ist-Situation analysieren“. Eine derartige Untersuchung ist nur durch „Insider-Wissen“ möglich. Zusätzlich wurde das Problem der in den einzelnen Unternehmen unterschiedlich definierten Verfahren zur Risiko- bzw. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aufgeworfen. Es konnte dadurch gelöst werden, dass ein Unternehmen hauptverantwortlich für das Projekt zuständig war und somit das dort verankerte Verfahren obligatorisch genutzt wurde. Des Weiteren werden sukzessive einheitliche konzernweite Standards definiert und eingeführt. Nach dem Projektauftrag kann entweder das eigentliche Entwicklungsprojekt gestartet oder bei weiteren Unsicherheiten eine Projektstudie optional angefertigt werden, die als Hilfsmittel des Risikomanagements angesehen werden kann und mögliche Lösungsalternativen aufzeigen soll. In dem hier betrachteten Fall wurde der Entschluss getroffen, eine Studie zur genaueren Evaluierung anzufertigen.

4.3. Studie

Die Phase „Studie“ hat die detailliertere Ausarbeitung des Projektauftrags zur genaueren Evaluation des Projektrisikos zum Ziel und soll das gesamte Kontinuum möglicher Lösungsalternativen aufzeigen und bewerten.

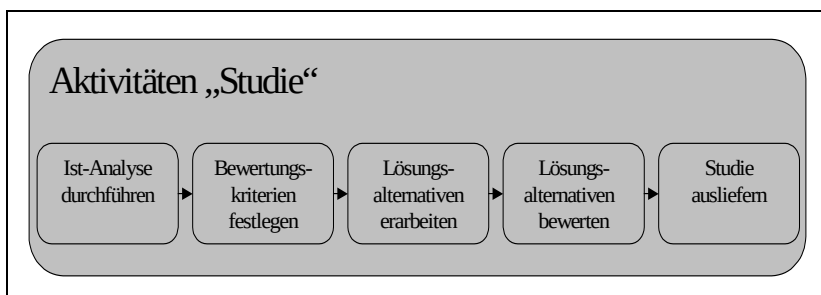


Abbildung 5: Aktivitäten in der Phase „Studie“

Der technische Ist-Zustand stellte sich zum Zeitpunkt der Analyse solchermaßen dar, dass in zwei Konzernunternehmen bereits ein Data Warehouse vorhanden war, wohingegen das dritte Unternehmen noch nicht über eine integrierte Datenbasis verfügte. Durch eine Analyse der bestehenden Geschäftsprozesse wurde die fachliche Ist-Situation beschrieben. Hierbei wurden insbesondere die durch das konzernweite Data Warehouse zu unterstützenden Bereiche Marketing und Vertriebssteuerung eingehender untersucht und mit idealtypischen Ausprägungen verglichen, so dass Mängel in Form von nicht unterstützten Teilprozessen identifiziert werden konnten. Hieraus ergaben sich Änderungsbedarfe bezogen auf die verstärkte Nutzung von Cross-Selling-Potenzialen und die kunden- bzw. ertragsorientierte Steuerung von Marketing und Vertrieb.

Die Defizite wurden als Ausgangspunkt zur Entwicklung von Lösungsvorschlägen herangezogen unter Beachtung gewisser Kriterien bzw. Anforderungen. Diese Kriterien ergaben sich aus einer Detaillierung der bereits im Projektauftrag erfassten Anforderungen und stellten das einzuhaltenden Rahmenkonzept dar. Der fachliche

Lösungsansatz beinhaltete sowohl die ausführliche Erläuterung der geforderten Abfrageergebnisse als auch die Darstellung der notwendigen Funktionalitäten, wie bspw. verschiedene Ausgabeformate oder die Möglichkeit zum Erstellen von Mailings. Auch wurde ein Datenmodell auf konzeptioneller Ebene für das Data Warehouse unter Angabe der Entitätstypen, Beziehungstypen und Attribute entwickelt. Die Beschreibung der Lösungsansätze erfolgte stufenspezifisch, d. h. für jede Iterationsstufe wurde mindestens ein Lösungsvorschlag entworfen. Nach der Darstellung der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten erfolgte anhand von Erfahrungswissen eine Einschätzung der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit, um so eine Priorisierung und Favorisierung der Alternativen zu ermöglichen. Abschliessend wurde vom Projektteam auf Basis der Projektstudie eine Empfehlung für eine bestimmte Lösung abgegeben.

Bei der Erarbeitung möglicher Lösungen stellte sich grundsätzlich die Frage der Weiterverwendung bereits vorhandener Data-Warehouse-Strukturen. Als Datenlieferanten konnten einerseits die operativen Systeme der Unternehmen und andererseits die bereits existierenden, unternehmensspezifischen Data Warehouses herangezogen werden. Die Entscheidung für eine der beiden Alternativen hat deutliche Auswirkungen auf die zu wählende Zielarchitektur und die notwendigen Extraktions-, Transformations- und Ladeprozesse (ETL-Prozesse). Der in der Studie entwickelte Lösungsvorschlag stellte eine Mischform dar. Das Data-Warehouse-System eines der drei Unternehmen wurde aufgrund eines hohen Synergiepotenzials wiederverwendet, wohingegen die Daten der anderen beiden Unternehmen direkt aus den operativen Systemen extrahiert wurden (vgl. Abbildung 1). Diesem Lösungsansatz wurde zugestimmt, so dass der Entwurf eines Fachkonzepts erfolgen konnte.

4.4. Fachkonzeptentwurf

Nachdem in den vorhergehenden Phasen die grundsätzliche Aufgabenstellung, Zielsetzung und Machbarkeit des Projekts eruiert wurde, werden in der Fachkonzeptentwurfsphase die fachlichen Anforderungen an das Data Warehouse sowohl qualitativ als auch quantitativ spezifiziert. Das Fachkonzept enthält die detaillierten Beschreibungen der Datenhaltung, Datenbereitstellung, sowie der Analyse- und Selektionsmöglichkeiten.

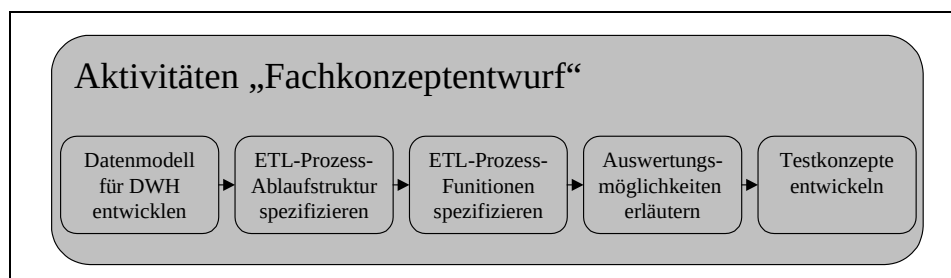


Abbildung 6: Aktivitäten in der Phase „Fachkonzeptentwurf“

Zunächst wird das Datenmodell, das zentrale Kernstück, für das Data Warehouse entwickelt. Dabei wird sowohl Top-Down als auch Bottom-Up vorgegangen. Zuerst werden die Informations- und Datenanforderungen aus den vorhergehenden Phasen

in Zusammenarbeit mit der Fachabteilung detailliert. Dieses Sollkonzept wird dann mit den Ist-Datenmodellen der operativen Systeme, die mittels einer Quelldatenanalyse gewonnen werden, abgeglichen, um mögliche Informationslücken zu erkennen. Unter Fusionsgesichtspunkten ist die Quelldatenanalyse besonders hervorzuheben. Durch sie können Unterschiede in den Definitionen und Wertebereichen der Datenstrukturen der drei Einzelunternehmen entdeckt und Vereinheitlichungen bzw. Transformationen vorgenommen werden. Die Datensicht wird durch ein konzeptionelles Entity-Relationship-Modell (ERM) repräsentiert. Ausgehend von den grafischen Darstellungen des ERMs in verschiedenen Detailstufen werden anschließend sämtliche Objekte der Datenstruktur, d. h. Entitäten, Attribute und ihre Beziehungen, ausführlich semiformal beschrieben. Neben der fachlichen Beschreibung werden für alle Datenobjekte erwartete Datensatzmengen und identifizierende (Schlüssel) bzw. beschreibende Attribute angegeben.

Die Datenbereitstellung umfasst den gesamten ETL-Prozess für das Kern-Data-Warehouse. Zunächst erfolgte eine Spezifikation der Ablaufstruktur. Die benötigten Daten wurden von den drei Einzelgesellschaften aus den operativen Datenbeständen selektiert und in Form von Flat Files dem Konzern zur Verfügung gestellt. Dann wurde zentral die Bereinigung, Transformation, Harmonisierung und Integration der Daten in die konzernweite Datenbasis vorgenommen. Die Funktionen zur Umsetzung dieses komplexen ETL-Vorgangs wurden im Fachkonzept explizit erläutert. Dies beinhaltete eine allgemeine Kurzbeschreibung, notwendige Voraussetzungen, eine detaillierte Beschreibung des Funktionsinhalts inklusive verwendeter Datenstrukturen, Funktionsergebnisse sowie Analyse- und Selektionsmöglichkeiten.

Die darauf folgenden Aktivitäten hatten die Beschreibung der Analysemöglichkeiten und die Erstellung des Testkonzepts zum Ziel. Die von den Fachabteilungen geforderten Auswertungsmöglichkeiten wurden in Form von multidimensionalen Strukturen definiert. Es erfolgte die Spezifikation sogenannter Einstiegspunkte (Kennzahlen, Fakten) und ihrer Aufgliederungskriterien (Dimensionen). Die Darstellung als multidimensionales konzeptionelles Modell vereinfachte die Verständlichkeit für die Fachabteilungen und trug daher auch zur Qualitätssicherung bei.

Das Testkonzept dient der Überprüfung der Ergebnisse auf Richtigkeit und Konsistenz. Für die verschiedenen Systemteile und -prozesse wie Extraktion, Bereinigung, Befüllung und Analyse wurden unterschiedliche Testkonzepte entworfen.

Die Erarbeitung des Fachkonzepts erfolgte durch das Projektteam in enger Abstimmung mit der Fachabteilung in einem iterativen Verfeinerungsprozess. Um alle Anforderungen des Konzerns und seiner Einzelunternehmen im Fachkonzept zu erfassen wurden Mitarbeiter aller betroffenen Organisationseinheiten daran beteiligt. Hierdurch wurde sichergestellt, dass auch die Anliegen der kleineren Fusionspartner berücksichtigt wurden und nicht ein Einzelunternehmen die Fachkonzepterstellung dominierte.

4.5. DV-Konzeptentwurf

Beim Entwurf des DV-Konzepts werden die Definitionen und Erläuterungen des Fachkonzepts auf die konkret zu verwendende Informationstechnik abgebildet. Das DV-Konzept beschreibt zunächst die systemtechnische Architektur, d. h. Hardware, Software, Datenkommunikationsinfrastruktur und den Systembetrieb. Dabei wird detailliert auf Hersteller, Produkte, Speicherbedarf, technische Verfahren und organisatorische Zuordnungen eingegangen.

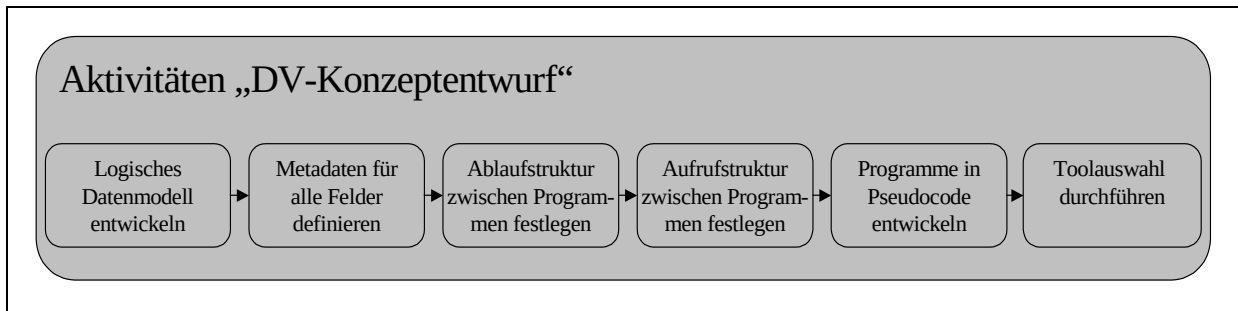


Abbildung 7: Aktivitäten in der Phase „DV-Konzeptentwurf“

Die im Fachkonzept dargestellten konzeptionellen Entity-Relationship-Modelle wurden in logische Relationenschemata transformiert. Außerdem wurden die fachlich beschriebenen Funktionen des ETL-Prozesses sowie der Analysen einzelnen Programmen zugeordnet und deren Funktionsweise (Input-, Outputparameter, Algorithmus) mit Hilfe von Pseudocode und Diagrammen systemtechnisch expliziert. Es erfolgte die Spezifikation und Dokumentation der Ablauf- und Aufrufstrukturen zwischen den Programmen.

4.6. Realisierung

Die Realisierung des Projekts erfolgte durch ein kleines Projektteam von ca. fünf Mitarbeitern, die sich aus allen drei Gesellschaften des Konzerns rekrutierten, so dass das notwendige Know-how über die im Konzern existierenden Systeme, Applikationen, Werkzeuge und Datenstrukturen vorhanden war und die Akzeptanz bzw. das Commitment in den Einzelunternehmen erhöht wurde.

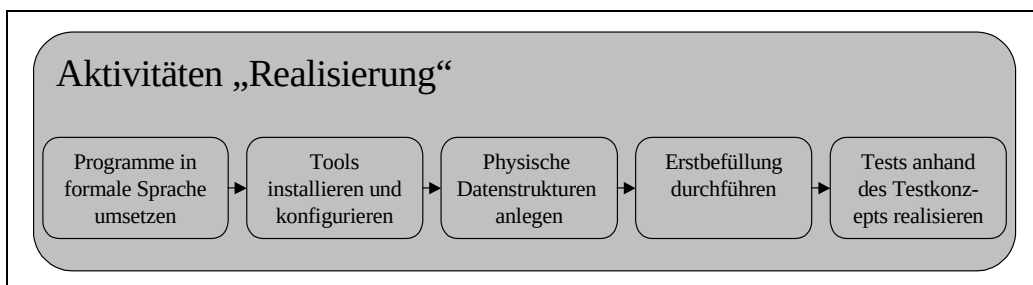


Abbildung 8: Aktivitäten in der Phase „Realisierung“

Die in Pseudocode spezifizierten ETL-Programme wurden in die jeweils festgelegte Programmiersprache überführt. Nach der Installation und Konfiguration der ausgewählten Softwarepakete (ETL-Tool, Datenbanksoftware, Auswertungstool) wurden die physischen Datenstrukturen automatisch mit Hilfe des Datenmodellierungstools

erzeugt. Danach erfolgte die Erstbefüllung des Data Warehouse mit Daten. Die Funktionen und deren Ergebnisse konnten dann anhand des mehrstufigen Testkonzepts von unterschiedlichen Organisationseinheiten überprüft werden.

4.7. Einführung und Wartung

Diese Phase besteht lediglich aus drei Aktivitäten, die in Abbildung 9 dargestellt sind.

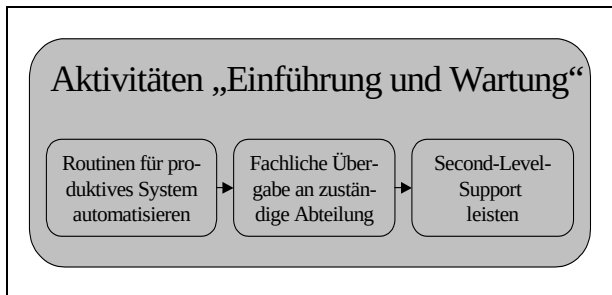


Abbildung 9: Aktivitäten in der Phase „Einführung und Wartung“

Im Rahmen dieser Projektphase wurden die Routinen, wie bspw. Ladeprozesse, für das produktive System weitestgehend automatisiert. Des Weiteren erfolgte eine fachliche Übergabe an die zuständige Wartungsabteilung. Die Entwicklungsabteilung leistet zur Zeit lediglich noch den Second-Level-Support für das System. Die Erstbefüllung des Data Warehouse hat bereits erfolgreich stattgefunden und erste Analyseergebnisse konnten gewonnen werden.

5. Resümee und nächste Schritte

Das Vorgehen zur Erstellung eines konzernweiten Data-Warehouse-Systems anhand eines erfolgreichen Entwicklungsprojekts aus der Praxis wurde geschildert. Es wurden detailliert die durchgeführten Aktivitäten und deren Inhalte dargestellt. Diese Ist-Beschreibung ist Teil eines Forschungsvorhabens zur Entwicklung eines Soll-Vorgehensmodells für Data-Warehouse-Systeme. Hierfür werden Dokumentationen von bereits abgeschlossenen Entwicklungsprojekten herangezogen, um daraus ein generisches Soll-Vorgehensmodell abzuleiten. Der weitere Forschungsbedarf besteht insbesondere in der Untersuchung zusätzlicher Data-Warehouse-Entwicklungsprojekte, in der Spezifikation von detaillierten Rollen- und Dokumentenmodellen sowie in der Ableitung generischer Aktivitäten anhand geeigneter Kriterien.

Literaturverzeichnis

- [Bre98] G. Bremer: Genealogie von Entwicklungsschemata. In R. Kneuper, G. Müller-Luschnat, A. Oberweis (Hrsg.): Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung, Teubner-Verlag, Stuttgart, Leipzig, 1998, S. 32-59.

- [Han97] W.-R. Hansen: Vorgehensmodell zur Entwicklung einer Data Warehouse-Lösung. In H. Mucksch, W. Behme (Hrsg.): Das Data Warehouse-Konzept: Architektur - Datenmodelle - Anwendungen, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 1997, S. 311-328.
- [HeS00] A. Heuer, G. Saake: Datenbanken: Konzepte und Sprachen, mitp-Verlag, Bonn, 2000.
- [Hol99] J. Holthuis: Der Aufbau von Data Warehouse-Systemen: Konzeption - Datenmodellierung - Vorgehen, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 1999.
- [JuW00] R. Jung, R. Winter: Data Warehousing: Nutzungsaspekte, Referenzarchitektur und Vorgehensmodell. In R. Jung, R. Winter (Hrsg.): Data Warehousing Strategie: Erfahrungen, Methoden, Visionen, Springer-Verlag, Berlin, u. a., 2000, S. 3-20.
- [Kac00] R. Kachur: Data Warehouse Management Handbook, Prentice Hall, Paramus, NJ, 2000.
- [MaR01] E. von Maur, B. Rieger: Data Warehouse. In P. Mertens (Haupthrsg.), Lexikon der Wirtschaftsinformatik, Springer-Verlag, Berlin, u. a., 2001, S. 131f.
- [MeS00] M. Meyer, B. Strauch: Organisationskonzepte im Data Warehousing. In R. Jung, R. Winter (Hrsg.): Data Warehousing Strategie: Erfahrungen, Methoden, Visionen, Springer-Verlag, Berlin, u. a., 2000, S. 79-100.
- [PKB97] V. Poe, P. Klauer, S. Brobst: Building a Data Warehouse for Decision Support, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.
- [Sim98] A. Simon: 90 Days to the Data Mart, John Wiley & Sons, New York, u. a., 1998.
- [Vos94] G. Vossen: Datenmodell, Datenbanksprachen und Datenbank-Management-Systeme, Addison-Wesley, Bonn, u. a., 1994.